

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-060289

(43)Date of publication of application : 28.02.2003

(51)Int.Cl.

H01S 5/062

B41J 2/44

G11B 7/125

H04N 1/028

H04N 1/113

(21)Application number : 2001-242523

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 09.08.2001

(72)Inventor : ISHIDA MASAOKI

EMA HIDETOSHI

NIHEI YASUHIRO

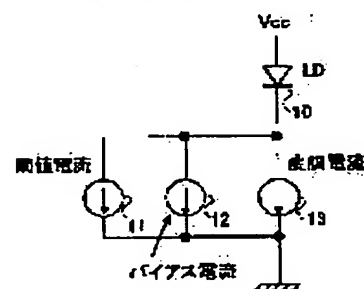
(54) SEMICONDUCTOR LASER DRIVE CIRCUIT AND IMAGING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-speed and accurate semiconductor laser drive circuit, and an imaging apparatus.

SOLUTION: A drive current, which is made flow into a semiconductor laser 10, is composed of a sum current from a bias current source 12, a threshold current source 11, and a modulation current source 13. In this case, the bias current source 12 should be set to be approximately 1 mA to several mA. The threshold current source 11 is the current source of a threshold, where a semiconductor laser 10 emits light. Since the bias current source 12 flows, the threshold current source 11 may be a current where the current value is subtracted (a threshold current less a bias current). Additionally, the modulation current source 13 is a current source that is modulated according to an input signal, thus controlling the light emission of the semiconductor laser 10.

本発明の基本概念図(基本構成)を説明するための図



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-60289

(P2003-60289A)

(43) 公開日 平成15年2月28日 (2003.2.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト*(参考)		
H 0 1 S	5/062	H 0 1 S	5/062	2 C 3 6 2	
B 4 1 J	2/44	G 1 1 B	7/125	C	5 C 0 5 1
G 1 1 B	7/125	H 0 4 N	1/028	A	5 C 0 7 2
H 0 4 N	1/028	B 4 1 J	3/00	M	5 D 1 1 9
	1/113	H 0 4 N	1/04	1 0 4 A	5 F 0 7 3
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 12 頁)					

(21) 出願番号 特願2001-242523(P2001-242523)

(22) 出願日 平成13年8月9日 (2001.8.9)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 石田 雅章

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 江間 秀利

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

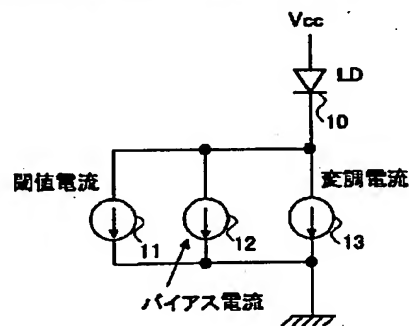
(54) 【発明の名称】 半導体レーザ駆動回路及び画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 高速で高精度な半導体レーザ駆動回路及び画像形成装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 半導体レーザ10に流す駆動電流は、バイアス電流源12、閾値電流源11、変調電流源13の3電流源からの和電流で構成されている。この内、バイアス電流源12は、1mA程度でせいぜい数mAとする。閾値電流源11は、半導体レーザ10が発光する閾値の電流源である。閾値電流源11は、バイアス電流源12が流れているので、その電流値を引いた電流(閾値電流-バイアス電流)であってもよい。また、変調電流源13は、入力された信号に応じて変調される電流源で、これにより、半導体レーザ10の発光が制御される。

本発明の基本概念図(基本構成)を説明するための図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザに常時微小なバイアス電流を供給するバイアス電流生成手段と、半導体レーザに閾値電流を供給する閾値電流生成手段と、入力信号に応じて前記半導体レーザを発光させるように駆動する駆動電流生成手段とを有し、

前記閾値電流生成手段は、前記入力信号から閾値電流を生成し、前記閾値電流生成手段により生成された閾値電流のオン期間は、前記駆動電流生成手段により発光する発光期間より長く、かつ、該発光期間を含む期間であり、

前記バイアス電流、前記駆動電流、前記閾値電流の3つの電流の和電流で半導体レーザを駆動することを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項2】 請求項1記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記バイアス電流生成手段において生成される電流は数mA以下であることを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項3】 請求項1記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記入力信号を所定時間遅延させる遅延信号生成手段と、前記遅延信号生成手段により遅延された遅延信号に基づき前記半導体レーザを駆動する駆動電流生成手段と、前記入力信号と前記遅延信号の論理和を生成する前記閾値電流生成手段とを備え、

前記閾値電流生成手段が生成した前記閾値電流は、前記駆動電流がオフになる前にオフとならないことを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項4】 請求項1記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記駆動電流生成手段は、電源投入時又はリセット解除時に動作する初期化手段を有し、

前記初期化手段より、前記半導体レーザの発光時の光量が所定の値となるよう設定されることを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項5】 請求項4記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記初期化手段は、前記半導体レーザの光量が所定の値の場合の電流又は電圧と、前記半導体レーザの光量が所定値より小さい場合の電流又は電圧との差分を検出して、前記半導体レーザの発光時の光量が所定の値となるよう設定することを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項6】 請求項4記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記初期化手段は、前記半導体レーザの光量が所定の値の場合の電流又は電圧と、前記半導体レーザをオフセット発光させた場合の電流又は電圧との差分を検出して、前記半導体レーザの発光時の光量が所定の値となるよう設定することを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項7】 請求項4記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記初期化手段は、前記半導体レーザの光量が所定の値の場合の電流又は電圧と、前記半導体レーザの光量が所定値の $1/N$ (N は2以上の自然数)の場合の電流又は電圧との差分を検出して、前記半導体レーザの発光時の光量が所定の値となるよう設定することを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項8】 請求項5ないし7いずれか一項記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記初期化手段は、タイミング生成部と、前記差分を検出する検出部と、前記半導体レーザの発光時の光量を設定する電流設定部と、前記タイミング生成部より生成されるタイミングに基づき前記検出部が検出した値と、前記電流設定部により設定した値とが対応するように逐次比較を行う比較部とで構成されていることを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項9】 請求項1ないし8いずれか一項記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記半導体レーザの光出力を検知する受光部と、前記受光部によって検知された前記半導体レーザの光出力に比例した受光信号に基づいて、前記半導体レーザに供給される電流を制御する電流制御手段を有することを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項10】 請求項9記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記電流制御手段は、前記受光信号の大きさと所定の値とを比較して制御信号を生成し、この制御信号により前記閾値電流生成手段を制御することを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項11】 請求項10記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記電流制御手段は、前記駆動電流生成手段がオン状態のときの前記制御信号をサンプルし、そのサンプル値に基づいて、前記閾値電流生成手段を制御することを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項12】 請求項1ないし11いずれか一項記載の半導体レーザ駆動回路において、

前記半導体レーザを駆動する出力部の電圧を検出し、その検出値に基づき前記半導体レーザに供給する電源の電圧を制御する手段を有することを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項13】 画像変調信号によりその出力が変調される半導体レーザと、前記半導体レーザの光で回転感光体を走査する走査手段と、前記回転感光体に前記画像変調信号に応じた静電潜像を形成する画像形成装置において、

請求項1ないし12いずれか一項記載の半導体レーザ駆動回路により、前記半導体レーザが駆動されることを特徴とする画像形成装置。

【請求項14】 請求項13記載の画像形成装置において、

前記駆動電流生成手段のフルスケール値を、前記走査手段の走査に応じて変化させることによりシェーディング補正を行うことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体レーザ駆動回路及び画像形成装置に関し、より詳細には、レーザプリンタ、光ディスク装置、デジタル複写機、光通信装置等に利用される半導体レーザの半導体レーザ駆動回路及び画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の半導体レーザの駆動回路は、無バイアス方式と有バイアス方式に大別される。無バイアス方式は、半導体レーザのバイアス電流を0に設定して、入力信号に対応するパルス電流でレーザダイオード（以下、「LD」と言う。）を駆動する方式であり、有バイアス方式は、半導体レーザのバイアス電流を半導体レーザの閾値電流に設定し、常時上記バイアス電流を流しながら、入力信号に対応するパルス電流を上記バイアス電流に加えてLDを駆動する方式である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、閾値電流の大きな半導体レーザを無バイアス方式で駆動する場合、入力信号に対応する駆動電流がLDに印加されても、レーザ発振が可能な濃度のキャリアが生成されるまでにある程度の時間を要し、発光するまでに時間遅延が生じる。その結果、入力信号が発光遅延時間より十分大きく、発光遅延量が無視できる場合には問題ないが、レーザプリンタ、光ディスク装置、デジタル複写機等における半導体レーザを高速に駆動したい場合は、所望のパルス幅より小さいパルスしか得ることができない。

【0004】そこで、レーザ発光までの時間遅延を小さくするために、予め半導体レーザの発振閾値電流分を流す有バイアス方式が提案されている。この有バイアス方式は、予め半導体レーザの発振閾値電流分を流しているため、発光遅延時間はなくなるが、発光しない場合にも、常時、発振閾値付近で発光している（通常は200 μ W～300 μ W）ため、光通信の場合には消光比が小さくなり、レーザプリンタ、光ディスク装置、デジタル複写機等の場合には、地肌汚れの原因となる。

【0005】このような問題を解決するために、光通信の分野においては、特開平4-283978号公報や特開平9-83050号公報等において、基本的に無バイアス方式を用い、発光させる直前に発振閾値電流を流す構成が提案されている。ところが、最近では、レーザプリンタ、光ディスク装置、デジタル複写機等において、更なる高解像度化を求めて、650nmの赤色LDや、更に400nmの紫外LD等を用いたシステムが実用化

され始めている。これらの半導体レーザは、従来の1.3 μ mや1.5 μ m、780nm帯のLDに比べて、レーザ発振が可能な濃度のキャリアが生成されるまでに多くの時間を要する特性を有しており、上記方法においても所望のパルス幅より小さいパルス幅しか得ることができないという問題がある。

【0006】本発明は、上記問題に鑑みなされたものであり、高速で高精度な半導体レーザ駆動回路及び画像形成装置を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本件発明は、以下の特徴を有する課題を解決するための手段を採用している。

【0008】請求項1に記載された発明は、半導体レーザに常時微小なバイアス電流を供給するバイアス電流生成手段と、半導体レーザに閾値電流を供給する閾値電流生成手段と、入力信号に応じて前記半導体レーザを発光させるように駆動する駆動電流生成手段とを有し、前記閾値電流生成手段は、前記入力信号から閾値電流を生成し、前記閾値電流生成手段により生成された閾値電流のオン期間は、前記駆動電流生成手段により発光する発光期間より長く、かつ、該発光期間を含む期間であり、前記バイアス電流、前記駆動電流、前記閾値電流の3つの電流の和電流で半導体レーザを駆動することを特徴とする半導体レーザ駆動回路である。

【0009】請求項1に記載された発明によれば、半導体レーザに常時微小なバイアス電流を供給するバイアス電流生成手段と、半導体レーザに閾値電流を供給する閾値電流生成手段と、入力信号に応じて前記半導体レーザを発光させるように駆動する駆動電流生成手段とを有し、前記閾値電流生成手段は、前記入力信号から閾値電流を生成し、前記閾値電流生成手段により生成された閾値電流のオン期間は、前記駆動電流生成手段により発光する発光期間より長く、かつ、該発光期間を含む期間であり、前記バイアス電流、前記駆動電流、前記閾値電流の3つの電流の和電流で半導体レーザを駆動することにより、高速かつ高精度な半導体レーザ駆動回路を提供することができる。

【0010】請求項2に記載された発明は、請求項1記載の半導体レーザ駆動回路において、前記バイアス電流生成手段において生成される電流は数mA以下であることを特徴とする。

【0011】請求項2に記載された発明によれば、バイアス電流生成手段において生成される電流は数mA以下であることにより、消光比が十分確保でき、かつ高速・高精度な半導体レーザ駆動回路を提供することができる。

【0012】請求項3に記載された発明は、請求項1記載の半導体レーザ駆動回路において、前記入力信号を所定時間遅延させる遅延信号生成手段と、前記遅延信号生

成手段により遅延された遅延信号に基づき前記半導体レーザを駆動する駆動電流生成手段と、前記入力信号と前記遅延信号の論理和を生成する前記閾値電流生成手段とを備え、前記閾値電流生成手段が生成した前記閾値電流は、前記駆動電流がオフになる前にオフとならないことを特徴とする。

【0013】請求項3に記載された発明によれば、閾値電流生成手段から生成される閾値電流は、駆動電流がオフになる前にオフとならないことにより、変調信号より先に閾値オン信号がオフになることが無く、入力信号に応じてLDの発光を正確に行うことができるLD駆動回路を提供することができる。

【0014】請求項4に記載された発明は、請求項1記載の半導体レーザ駆動回路において、前記駆動電流生成手段は、電源投入時又はリセット解除時に動作する初期化手段を有し、前記初期化手段より、前記半導体レーザの発光時の光量が所定の値となるよう設定されることを特徴とする。

【0015】請求項5に記載された発明は、請求項4記載の半導体レーザ駆動回路において、前記初期化手段は、前記半導体レーザの光量が所定値の場合の電流又は電圧と、前記半導体レーザの光量が所定値より小さい場合の電流又は電圧との差分を検出して、前記半導体レーザの発光時の光量が所定の値となるよう設定することを特徴とする。

【0016】請求項6に記載された発明は、請求項4記載の半導体レーザ駆動回路において、前記初期化手段は、前記半導体レーザの光量が所定値の場合の電流又は電圧と、前記半導体レーザをオフセット発光させた場合の電流又は電圧との差分を検出して、前記半導体レーザの発光時の光量が所定の値となるよう設定することを特徴とする。

【0017】請求項7に記載された発明は、請求項4記載の半導体レーザ駆動回路において、前記初期化手段は、前記半導体レーザの光量が所定値の場合の電流又は電圧と、前記半導体レーザの光量が所定値の $1/N$ (N は、2以上の自然数)の場合の電流又は電圧との差分を検出して、前記半導体レーザの発光時の光量が所定の値となるよう設定することを特徴とする。

【0018】請求項8に記載された発明は、請求項5ないし7いずれか一項記載の半導体レーザ駆動回路において、前記初期化手段は、タイミング生成部と、前記差分を検出する検出部と、前記半導体レーザの発光時の光量を設定する電流設定部と、前記タイミング生成部より生成されるタイミングに基づき前記検出部が検出した値と、前記電流設定部により設定した値とが対応するように逐次比較を行う比較部とで構成されていることを特徴とする。

【0019】請求項4～8に記載された発明によれば、初期化手段より、当初の半導体レーザの発光時の光量が

所定の値となるよう設定され、簡単な構成でオーバーシュート等が生じない、より高速・高精度パルス出力が可能な半導体レーザ駆動回路を提供することができる。

【0020】請求項9に記載された発明は、請求項1ないし8いずれか一項記載の半導体レーザ駆動回路において、前記半導体レーザの光出力を検知する受光部と、前記受光部によって検知された前記半導体レーザの光出力に比例した受光信号に基づいて、前記半導体レーザに供給される電流を制御する電流制御手段を有することを特徴とする。

【0021】請求項10に記載された発明は、請求項9記載の半導体レーザ駆動回路において、前記電流制御手段は、前記受光信号の大きさと所定の値とを比較して制御信号を生成し、この制御信号により前記閾値電流生成手段を制御することを特徴とする。

【0022】請求項9又は10に記載された発明によれば、受光信号と所定の値の制御信号とに基づいて制御信号を生成し、この制御信号により前記閾値電流生成手段等を制御することにより、温度による変化があっても、安定な出力の半導体レーザ駆動回路を提供することができる。

【0023】請求項11に記載された発明は、請求項10記載の半導体レーザ駆動回路において、前記電流制御手段は、前記駆動電流生成手段がオン状態のときの前記制御信号をサンプルし、そのサンプル値に基づいて、前記閾値電流生成手段を制御することを特徴とする。

【0024】請求項11に記載された発明によれば、前記駆動電流生成手段がオン状態のときの前記制御信号をサンプルし、そのサンプル値に基づいて、前記閾値電流生成手段を制御することにより、例えば、画像書き込み領域外でのみ光量調整を行うだけでなく、書き込み領域内でも、LDがオンになっていれば、その都度サンプリングを行って制御することにより、温度による変化があっても、安定な出力の半導体レーザ駆動回路を提供することができる。

【0025】請求項12に記載された発明は、請求項1ないし11いずれか一項記載の半導体レーザ駆動回路において、前記半導体レーザを駆動する出力部の電圧を検出し、その検出値に基づき前記半導体レーザに供給する電源の電圧を制御する手段を有することを特徴とする。

【0026】請求項12に記載された発明によれば、半導体レーザを駆動する出力部の電圧を検出し、その検出値に基づき前記半導体レーザに供給する電源の電圧を制御する手段を有することにより、消費電力が少なく多数のLDを駆動できるLD駆動回路を実現することができる。

【0027】請求項13に記載された発明は、画像変調信号によりその出力が変調される半導体レーザと、前記半導体レーザの光で回転感光体を走査する走査手段と、前記回転感光体に前記画像変調信号に応じた静電潜像を

形成する画像形成装置において、請求項1ないし12いずれか一項記載の半導体レーザ駆動回路により、前記半導体レーザが駆動されることを特徴とする画像形成装置である。

【0028】請求項13に記載された発明によれば、請求項1ないし12いずれか一項記載の半導体レーザ駆動回路を用いているので、より高速・高精度パルス出力が可能な画像形成装置を実現することができる。

【0029】請求項14に記載された発明は、請求項13記載の画像形成装置において、前記駆動電流生成手段のフルスケール値を、前記走査手段の走査に応じて変化させることによりシェーディング補正を行うことを特徴とする。

【0030】請求項14に記載された発明によれば、駆動電流生成手段のフルスケール値を、操作手段の走査に応じて変化させることによりシェーディング補正を行うことにより、確実にシェーディング補正を行うことができる。

【0031】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面と共に説明する。

【0032】本発明は、LDの特性に着目し、バイアス電流と発振閾値電流と発光電流の3つの電流の和電流で半導体レーザを駆動する。ここで、バイアス電流は、上記有バイアス方式のバイアス電流と異なり、ごく微量の電流とする。半導体レーザの特性は、無バイアス状態ではインピーダンスはかなり大きく、この状態から閾値電流を流しても、半導体レーザ内インダクタンス成分等の影響によりすぐに発光遅延時間が無くなるレベルには行かないが、例えば、1mA程度でも半導体レーザに電流を流しておけば、半導体レーザのインピーダンスはかなり低下しているので、この状態から閾値電流を流すと、容易に発光遅延時間が無くなるレベルとなるため、かなり微小なバイアス電流でも有効である。また、この場合には、半導体レーザの発光量としては、十分小さいレベルにあるため、有バイアス方式で問題となる、光通信の場合の消光比が小さくなることも無いし、レーザプリンタ、光ディスク装置、デジタル複写機等の場合の地肌汚れの原因となることも無い半導体レーザ駆動回路並びに画像形成装置を提供することができる。

(本発明の基本構成)本発明の基本概念図(基本構成)を図1に示す。図1において、半導体レーザ10に流す駆動電流源は、バイアス電流源12、閾値電流源11、変調電流源13の3電流源からの和の電流で構成されている。この内、バイアス電流源12は、1mA程度でせいぜい数mA程度の電流を流す電流源とする。閾値電流源11は、半導体レーザ10が発光する閾値を流す電流源である。図1では、バイアス電流源12があるので、その電流値を引いた電流値(閾値電流-バイアス電流)であってもよい。また、変調電流源13は、入力された信号に

応じて変調される電流源で、これにより、半導体レーザ10の発光が制御される。

【0033】ここで、バイアス電流源について、図2、図3を用いて説明する。図2、図3には、あるLDに微小電流を流した場合の出力 $P(\mu W)$ とLD降下電圧 $V_{LD\ DOWN}$ の実測定結果を示す。図2、図3を見ると、LD降下電圧 $V_{LD\ DOWN}$ はLD電流 I_{LD} が $250\mu A$ 時に既に1.4V程度発生しており、 I_{LD} が増えるにつれ、少しずつ大きくなる。LDには直流抵抗成分があるため、 I_{LD} が増えると $V_{LD\ DOWN}$ も少しずつ大きくなる。 I_{LD} が0の時に $V_{LD\ DOWN}$ が0であるのに対し、 I_{LD} が $250\mu A$ 時は、 $V_{LD\ DOWN}$ が1.4V発生しており、 I_{LD} に僅か $250\mu A$ 流しただけで、LDのインピーダンスが十分小さくなっていることが分かる。これにより、 $250\mu A$ 流した後に閾値電流を流せば、その応答特性が十分向上することが予測できる。つまり、例えば、LDに1mA程度の微小なバイアス電流を流しておくことで、LDの降下電圧変化も少なく、高速にLDが応答することが判る。また、この時のLDの発光出力は1mA時でも $1.26\mu W$ であり、通常のLD発光量が1mW以上であることを考えれば、0.1%程度であり、光通信における消光比や、レーザプリンタ、デジタル複写機における地汚れが発生することはないレベルであることが判る。また、LDアレイの様に、1つのPD(フォトダイオード)及び多くのLDを有している場合でも、1つのLDの光量の制御に対して、他のLDが約 $1\mu W$ 程度の微発光をしていることは問題とならない。また、図2、図3では、あるLDの特性を実測して、例として説明しているが、他のLDでも同様の特性を示している。

(第1の構成：閾値電流源の制御信号の生成)図4に、本発明の第1の構成例を示す。図4は、閾値電流源の制御信号を生成する構成例を示している。LDの閾値電流源11は、温度により大きく変化するので、閾値電流源を常時又はサンプルホールド回路を用いて制御する。図では、半導体レーザ10の光出力を検知するPD20の出力電圧と発光制御電圧とを比較し、PD20の出力と発光制御電圧とが一致するように、閾値電流源11を制御する。

【0034】一方、バイアス電流源12は、固定の微小電流で良く、また、変調電流源13は、初期設定時にLD固有の特性を測定して設定をすれば、温度による変化が少ないので、同じく、固定電流として良い。

【0035】このような構成にしたので、高速で高精度な半導体レーザ駆動回路を提供することができる。

(第2の構成)図5に、本発明の第2の構成例を示す。図5では、閾値電流源と変調電流源にスイッチ回路が直列接続された構成を示している。スイッチ回路31に閾値オン信号が印加されると、閾値電流源11の電流がLD10に供給される。同様に、スイッチ回路32に変調信

号が印加されると、変調電流源13の電流がLD10に供給される。変調信号と閾値オン信号のタイミングの例を図6、図7に示す。

【0036】図6には、発光指令信号(A)、発光指令信号の遅延パルス(B)、変調信号(C)、閾値オン信号(D)、LD駆動電流(E)及びLD出力である光波形(F)が示されている。図6には示していないが、外部より入力される発光指令信号(A)が、遅延回路により遅延され変調信号(C)となり、発光指令信号(A)と遅延信号(B)の論理和が閾値オン信号(D)となる。

【0037】このとき、LD10には、LD駆動電流(E)が、供給される。LD駆動電流(E)は、図6(E)に示すようにバイアス電流+閾値電流+変調電流と3電流の和となる。また、閾値電流は、変調電流のオンの1~10ns前にオンとなり、変調電流と同時にオフする構成となっている。この閾値電流と変調電流の時間差は、短い程良いが、実際のレーザープリンタやデジタル複写機を想定した場合に、1ドット分程度以下であれば閾値電流による微弱な発光があっても、その発光は僅かであり、また、僅かに地汚れが出る程度であるので問題にならない。赤色LDや紫外LDを用いる場合には、赤外のLDに比較してレーザー発振が可能な濃度のキャリアが生成されるまでに多くの時間を要する特性を有していることから、LDによっては10ns程度前に閾値電流を流す必要がある場合もあり、LDドライバをASIC(Application Specific IC)化する場合には、遅延時間を外部より制御する機能を有していれば、多種多様なLDに対応したLDドライバのASICが実現できる。

【0038】図7は、図6とは別の変調信号と閾値オン信号のタイミングの例を示す。図7には、図6と同じく、発光指令信号(A)、発光指令信号の遅延パルス(B)、変調信号(C)、閾値オン信号(D)、LD駆動電流(E)及びLD出力である光波形(F)が示されている。

【0039】図7では、閾値オン信号を変調信号がオフになった後に、閾値電流をオフとするタイミングの例を示している。通常、閾値オン信号を変調信号を同時にオフすると言っても、高速に全く同一のタイミングでオフさせることが困難である為、変調信号のオフを確認後に閾値オン信号がオフとしている。しかしながら、その差はせいぜい数nsであり、レーザープリンタやデジタル複写機を想定した場合にでも僅か数ns間に地汚れが出る程度であるので画像上は問題にならない。このように構成することにより、変調信号より先に閾値オン信号がオフになることが無く、パルスを正確に出力できるLD駆動回路が実現できる。

(半導体レーザーの微分量子効率の検出と変調電流源の初期設定)電源電圧投入時(又はLDオフ解除時)に、LDの微分量子効率(LDの電流に対する出力パワーの傾斜特性(微分特性))を検出して、その特性に基づい

て、変調電流を初期設定する。そのときの半導体レーザーの微分量子効率の検出と変調電流源の初期設定に係る構成を図8に示す。図8は、タイミング生成部51、微分量子効率検出部52及びD/A(デジタル・アナログ変換)部53を有している。

【0040】変調電流源の初期設定は、LD10のフルパワー(最大のパワー)のときにLD10に印加されている電圧 $V_{LD\text{FUL}}$ (そのときLDに流れている電流を I_{OP} とする)とし、また、閾値電流が流れたときのLD10に印加されている電圧 $V_{LD\text{TH}}$ (そのときLDに流れている電流を I_{TH} とする)とした場合に、これらの電圧の差を $V_{LD\text{D}}$ とし、これらの電流の差を I_{D} とする。この $V_{LD\text{D}}$ 又は I_{D} を用いて、初期の変調電流源の電流値を $(I_{OP} - I_{TH})$ に設定する。その結果、変調信号がオンのとき、閾値電流源11の電流と合わせられて、LDがフルパワーで発光する電流を、変調電流源13から供給することができる。また、変調電流源13から供給される電流が、閾値電流源11の電流と合わせられて、LDがフルパワーで発光する略臨界的な電流値であることから、変調電流の消費を最低にすることができる。また、閾値電流源11の電流及びバイアス電流源と合わせられても、過剰な電流をLDに供給することがなくなり、LDの寿命を延ばすことができる。

【0041】ここでは、設定方法について、二つの例を説明する。

【0042】図9、図10に基づいて、第1の方法を説明する。図9は、LDの微分量子効率特性を示す図であり、LDに供給される電流が増加し、電流値 I_{TH} になると、LDが発光し始める(そのときLDに印加されている電圧が $V_{LD\text{TH}}$ であり、そのときのLDの出力電力は P_{TH} である。)。また、規格等で決まる最大のパワー P_O を出力する電流が電流 I_{OP} である(そのときLDに印加されている電圧が $V_{LD\text{OP}}$ である。)。

【0043】図10(A)は、タイミング生成部51からのタイミング信号 $L\text{VCO}$ であり、図10(B)は、LDに供給される電流であり、図10(C)は、D/Aから出力されるデジタル値である。なお、図10(C)の値は、一例であり、これに限られない。

【0044】また、タイミング生成部51は、初期化時のみ動作して、図10(A)に示すタイミング信号 $L\text{VCO}$ を微分量子効率検出部52に供給する。微分量子効率検出部52は、タイミング信号 $L\text{VCO}$ に基づいて、 $T=0$ から $T=9$ までの10タイミングを生成する。微分量子効率検出部52は、各タイミングに応じて処理を行い、タイミング生成部51からのタイミングに合わせてD/A部53に、例えば、8ビットの値を出力する。D/A部53から、例えば、1、0.5、0.25、0.125、等の値を大きい順に出力する。

【0045】微分量子効率検出部52は、 $T=0$ にて、

LDを強制点灯(フルパワー点灯)し、 $T=1$ にてLDをオフセット発光(I_{TH} 近傍)させ、 $T=9$ にてLDをオフ(バイアス電流約1mA)と変化させる。また、 $T=1$ において、 $I_{OP}-I_{TH}$ の差分をホールドする。一方、タイミング生成部51からのタイミングに合わせてD/A部53に、 $T=0$ から $T=9$ まで、1、0.5、0.25、0.125、等の値を順に出力する。ここで、例えば、 $I_{OP}-I_{TH}$ の差分が、0.7mAであり、D/A部53の値、1、0.5、0.25、0.125等が、1mA、0.5mA、0.25mA、0.125mA等に対応するように、変調電流源13を制御するものであるとして、以下説明する。

【0046】 $T=2$ で、D/A部53から、1の出力が変調電流源13に印加され、変調電流源13から1mAの電流が流れる。この電流を微分量子効率検出部52は、検出して、ホールドされている0.7mAと比較する。その結果、1mA>0.7mAであるので、微分量子効率検出部52は、「1」を無視して、次のタイミングに備える。

【0047】 $T=3$ で、D/A部53から、0.5の出力が変調電流源13に印加され、変調電流源13から0.5mAの電流が流れる。この電流を微分量子効率検出部52は、検出して、ホールドされている0.7mAと比較する。その結果、0.5mA<0.7mAであるので、微分量子効率検出部52は、「0.5」をセットして、次のタイミングに備える。

【0048】 $T=4$ で、D/A部53から、0.25の出力が変調電流源13に印加され、変調電流源13から0.25mAの電流が流れる。この電流を微分量子効率検出部52は検出して、先にセットされている「0.5」に対応する「0.5mA」と合算した0.75mAと、ホールドされている0.7mAと比較する。その結果、0.75mA>0.7mAであるので、微分量子効率検出部52は、「0.5」を無視して、次のタイミングに備える。

【0049】 $T=5$ で、D/A部53から、0.125の出力が変調電流源13に印加され、変調電流源13から0.125mAの電流が流れる。この電流を微分量子効率検出部52は検出して、先にセットされている「0.5」に対応する「0.5mA」と合算した0.625mAと、ホールドされている0.7mAと比較する。その結果、0.625mA<0.7mAであるので、微分量子効率検出部52は、「0.125」をセットして、次のタイミングに備える。

【0050】 $T=6$ で、D/A部53から、0.0625の出力が変調電流源13に印加され、変調電流源13から0.0625mAの電流が流れる。この電流を微分量子効率検出部52は検出して、先にセットされている「0.5」及び「0.125」に対応する「0.625mA」と合算した0.6875mAと、ホールドされて

いる0.7mAと比較する。その結果、0.6875mA<0.7mAであるので、微分量子効率検出部52は、「0.0625」をセットして、次のタイミングに備える。

【0051】 $T=7$ で、D/A部53から、0.03125の出力が変調電流源13に印加され、変調電流源13から0.03125mAの電流が流れる。この電流を微分量子効率検出部52は検出して、先にセットされている「0.5」、「0.125」及び「0.0625」に対応する「0.6875mA」と合算した0.71875mAと、ホールドされている0.7mAと比較する。その結果、0.71875mA>0.7mAであるので、微分量子効率検出部52は、「0.03125」及びそれ以降を無視する。このようにして、変調電流源の初期設定の電流値を($I_{OP}-I_{TH}$)に設定する。この例では、微分量子効率検出部52は、セットされた「0.5」、「0.125」及び「0.0625」の値をD/A部53の出力値とし、この出力値に対応する「0.6875mA」の電流が、変調電流源13から流れる。

【0052】なお、上記数値は、一例である。また、任意に丸めた数値とすることもできる。また、図10の例は、D/Aが8ビット構成の場合であるが、D/Aを構成するビット数により必要となるタイミング数を変更する。

【0053】また、この例の場合には、初期化時の閾値電流 I_{TH} を得るために、外部端子より所望のオフセット発光値が得られる様に設定を行う初期化時のみ動作する電流源を設けておくようにしても良い。また、タイミング信号LVCOは、外部端子によりそのタイミングを調整できる構成としても良い。

【0054】図11、図12に基づいて、第2の方法を説明する。第1の方法と異なるのは、微分量子効率検出部52にホールドする値として、($I_{OP}-I_{TH}$)を用いる代わりに、($I_{OP}/2-I_{TH}$)を用いている点である。従って、微分量子効率検出部52では、ホールドされている($I_{OP}/2-I_{TH}$)を2倍した値と、 $T=2$ から $T=9$ におけるD/A部53の値に対応する電流と比較する。それ以外は、第1の方法と同じであるので、説明は省略する。

【0055】なお、上記説明では、微分量子効率検出部52にホールドする値として電流値($I_{OP}-I_{TH}$)又は($I_{OP}/2-I_{TH}$)を用いたが、この電流値($I_{OP}-I_{TH}$)又は($I_{OP}/2-I_{TH}$)に対応するLD電圧($V_{LDFULL}-V_{LDT_H}$)又は($V_{LDFULL}/2-V_{LDT_H}$)を用いて、LD電圧によって、変調電流源の初期設定を行ってもよい。

【0056】また、第1の方法では、D/A部53から、例えば、1、0.5、0.25、0.125、等のように、大きい順で、LDを駆動して比較している。そ

の結果、最初の値が大きいため、LDの規格を大幅に越えて駆動する場合が生じ、LDの破損又は寿命の減縮の原因となる場合が生じる。しかしながら、第2の方法では、 $(I_{OP}-I_{TH})$ を用いる代わりに、 $(I_{OP}/2-I_{TH})$ を用いているので、このような問題は生じない。しかしながら、第2の方法では、 $(I_{OP}/2-I_{TH})$ を2倍した値と比較しているため、制御精度が、第1の方法より落ちる。

(第3の構成：閾値電流源の制御信号の生成)図13は、図4とは別の閾値電流源の制御信号を生成する構成例を示している。図13では、閾値電流を制御するタイミングを、変調信号がオンのときにサンプリングを行い、変調信号がオフのときにホールドする構成例を示している。この構成の場合では、例えば、画像書き込み領域外でのみ光量調整を行うだけでなく、書き込み領域内でも、LDがオンになっていれば、その都度サンプリングを行い、制御する構成が可能となる。

(第4の構成)図14は、本発明の第4の構成例を示す。図14では、図6、図7で示したタイミング図の具体的な構成例を1チップのASIC50で構成した場合の例を示している。発光指令信号は、遅延部54を経て変調信号となる。また、発光指令信号(A)及び遅延信号(B)は閾値信号生成部55を経て閾値オン信号(D)となる。それぞれ変調信号(C)は、変調電流のスイッチを、閾値オン信号が閾値電流のスイッチを駆動することにより、図6、図7に示すようなLD駆動電流(E)を生成する。また、閾値電流は、図13と同じく、変調信号がオン時にサンプリングされ、変調信号がオフ時にホールドされている。変調電流を決定するD/A部は、図9～図12に示されるタイミングに従い、変調電流源13を制御して、LD10から所望の光量が得られる様に設定する。

(第5の構成)図15は、本発明の第5の構成例を示す。図15では、図14と同一部分の他に、シェーディング補正機能とLD電源(VLD)制御機能を有する構成例を示している。

【0057】まず、シェーディング補正機能を説明する。電源投入時やリセット解除時に検出されたLDの微分量子効率 η は、D/Aにセットされている。このD/A電流のフルスケールを決定する電流又は電圧を外部端子より入力して、そのフルスケールを変更すると、LDの発光量を変化させることが可能となる。例えば、ラスタスキャンを行うLD書き込み系では、中央部のエネルギー密度が高くなるため、LDの発光量としては逆補正をかけるように、走査する端は発光量を大きく、中央部は発光量を小さくする補正(シェーディング補正)を行う。この補正のスピードは、LDが1ラインを走査する時間内に変化が追従すれば良く、ゆっくりで良い。外部より1ライン走査する時間に従い、発光量を上記のように変化させる信号により、上記D/Aの電流値を変化させることでシェーディング補正を行う。

【0058】次に、LD電源(VLD)制御機能を説明する。VLDを制御する目的は、LD駆動部をASIC化した場合に、LDの駆動電流は、LDにもよるが100mA程度の大きな電流を流す必要があるため、ASICとしての消費電力に影響する。例えば、5V電源で、LDの降下電圧を2Vと仮定すれば、ASICとしてはLD電流だけで3Vで100mA、つまり300mWを必要とする。駆動するLD数が2個の場合にはLD電流だけで600mW、駆動するLD数が4個の場合にはLD電流だけで1200mWも必要とすることとなる。このままでは、多数のLDを駆動することが困難になるため、VLDの制御を行う。先の例では、例えば、LDのカソード部が3Vとなるため、消費電力が大きくなったが、LDのカソード部が1V程度に制御できれば、LD電流によるASICの消費電力は1/3となる。VLDの検出は閾値オン信号又は変調信号がオン時にLDのカソード電位を検出し、ある所望の電圧(例えば1V)になる様、VLD制御信号をASIC外に出力する。VLD制御信号は、例えばパワートランジスタのベースに入力され、パワートランジスタのエミッタがLD電源に接続されていればVLDを制御する構成が実現できる。この制御速度は、LDの変調速度より十分遅いスピードで良いので、上記パワートランジスタは、LDに十分な電流を供給できるものであれば、どのようなものを用いても良い。このようなVLD制御機能を有することにより、消費電力が少なく多数のLDを駆動できるLD駆動回路を実現することができる。

【0059】

【発明の効果】上述の如く本発明によれば、高速で高精度な半導体レーザ駆動回路及び画像形成装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本概念図(基本構成)を説明するための図である。

【図2】LEDのバイアス電流源を説明するための図(その1)である。

【図3】LEDのバイアス電流源を説明するための図(その2)である。

【図4】本発明の第1の構成例を説明するための図である。

【図5】本発明の第2の構成例を説明するための図である。

【図6】変調信号と閾値オン信号のタイミングの例(その1)を説明するための図である。

【図7】変調信号と閾値オン信号のタイミングの例(その2)を説明するための図である。

【図8】変調電流源の初期設定のための構成例を説明するための図である。

【図9】変調電流源の初期設定の第1の方法を説明するための図(その1)である。

【図10】変調電流源の初期設定の第1の方法を説明するための図(その2)である。

【図11】変調電流源の初期設定の第2の方法を説明するための図(その1)である。

【図12】変調電流源の初期設定の第2の方法を説明するための図(その2)である。

【図13】閾値電流源の制御信号を生成する構成例を説明するための図である。

【図14】本発明の第4の構成例を説明するための図である。

【図15】本発明の第5の構成例を説明するための図である。

【符号の説明】

10 レーザダイオード(LD)

11 閾値電流源

12 バイアス電流源

13 変調電流源

20 フォトダイオード(PD)

21 差動増幅器

3-1、3-2 スイッチ回路

4-1 サンプルホールド回路

50 ASIC

51 タイミング生成部

52 微分量子効率検出部

53 D/A部

54 遅延部

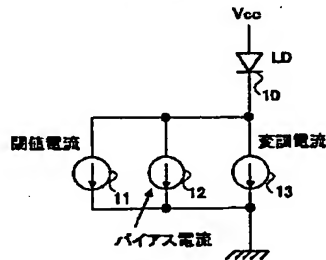
55 閾値信号生成部

61 VLD制御部

62 VLD検出部

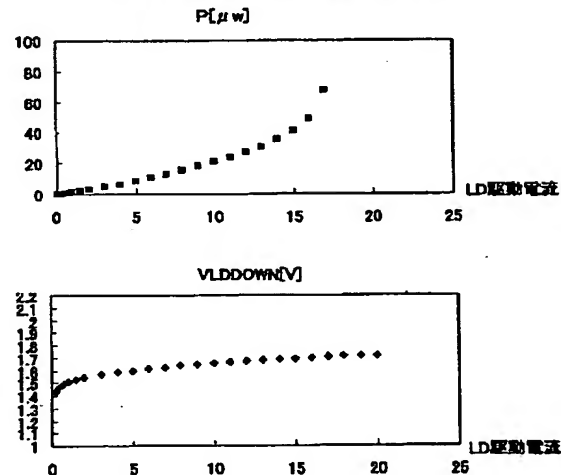
【図1】

本発明の基本概念図(基本構成)を説明するための図



【図2】

LEDのバイアス電流源を説明するための図(その1)



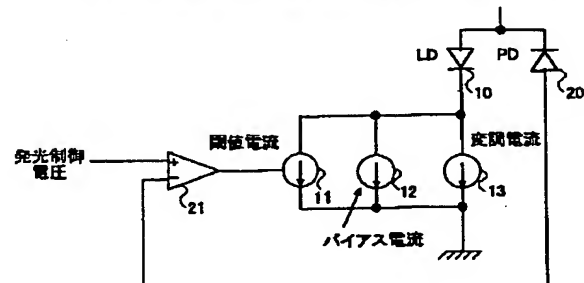
【図3】

LEDのバイアス電流源を説明するための図(その2)

ILD[mA]	VLDDOWN[V]	P[μw]
0	0	0.018
0.25	1.437	0.25
0.5	1.471	0.50
0.75	1.492	0.9
1	1.507	1.28
1.5	1.529	2.02
2	1.545	2.83
3	1.568	4.52
4	1.585	6.4
5	1.598	8.33

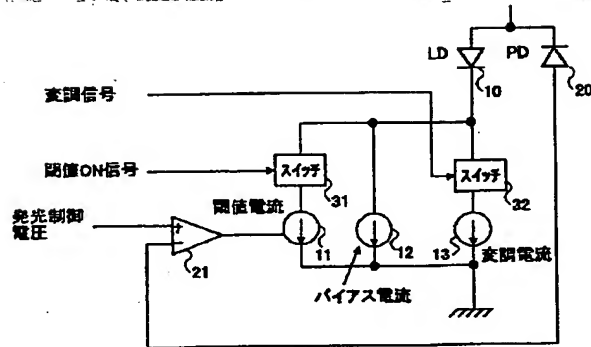
【図4】

本発明の第1の構成例を説明するための図



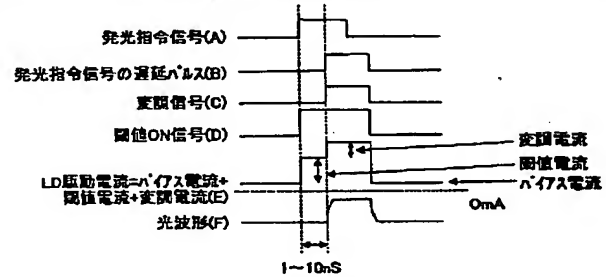
【図5】

本発明の第2の構成例を説明するための図



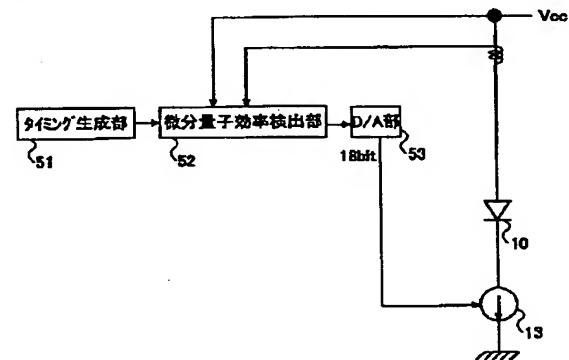
【図6】

変調信号と閾値オン信号のタイミングの例(その1)を説明するための図



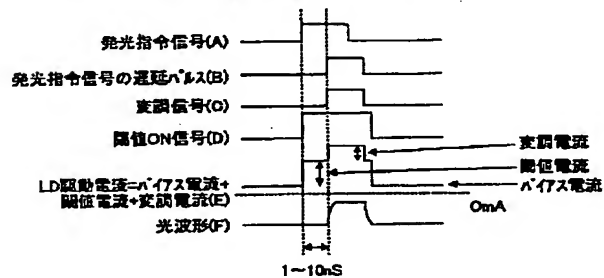
【図8】

変調電流源の初期設定のための構成例を説明するための図



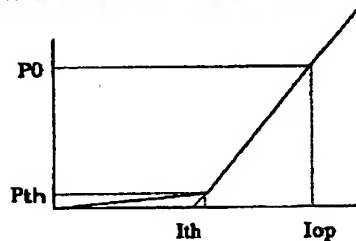
【図7】

変調信号と閾値オン信号のタイミングの例(その2)を説明するための図



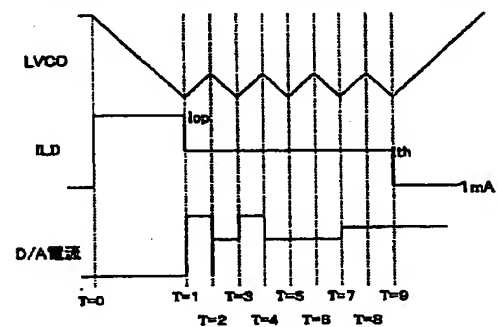
【図9】

変調電流源の初期設定の第1の方法を説明するための図(その1)



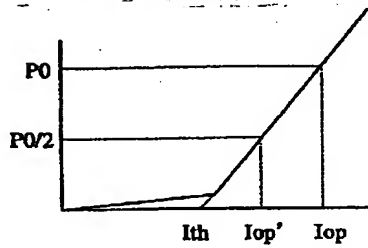
【図10】

変調電流源の初期設定の第1の方法を説明するための図(その2)



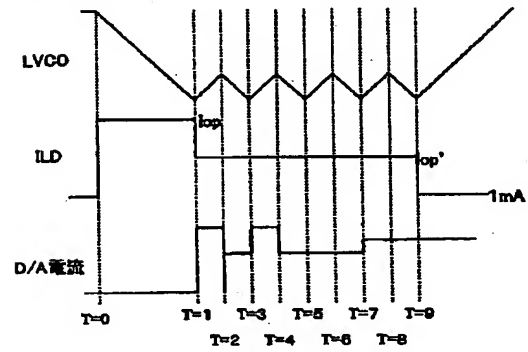
【図11】

変調電源の初期設定の第2の方法を説明するための図（その1）



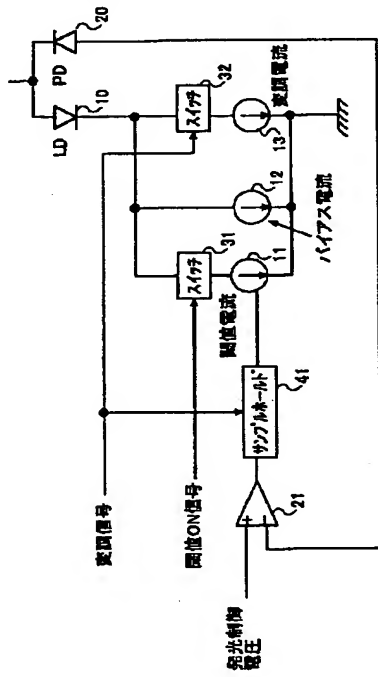
【図12】

変調電源の初期設定の第2の方法を説明するための図（その2）



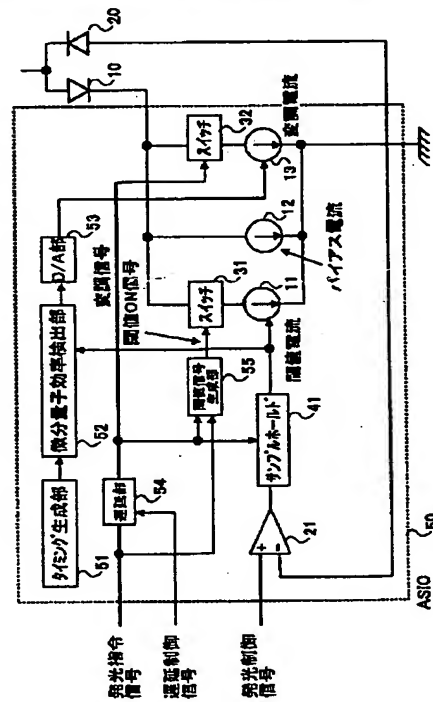
【図13】

調光電源の制御信号を生成する構成例を説明するための図

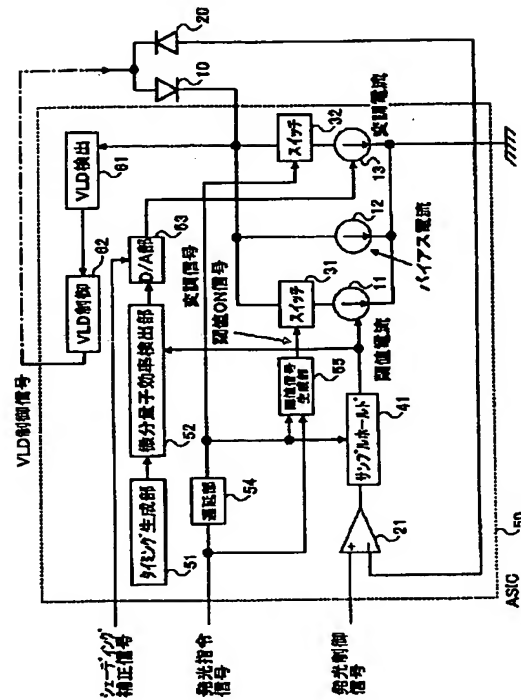


【図14】

本発明の第4の構成例を説明するための図



本発明の第5の構成例を説明するための図



(72) 発明者 二瓶 靖厚
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコ一内

Fターム(参考) 2C362 AA03 AA53 AA55 AA56 AA57
AA61
5C051 AA02 CA07 DB02 DB07 DC03
DE03 DE17 FA01
5C072 AA03 BA03 HA02 HB01 XA05
5D119 AA23 AA24 HA03 HA12 HA44
5F073 BA01 BA06 BA07 FA01 GA02
GA03 GA12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.